



71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE  
74 Vertreter:  
Kohler Schmid + Partner, 70565 Stuttgart

72 Erfinder:  
Mahr, Bernd, Dr., 73207 Plochingen, DE; Kropp,  
Martin, Dr., 70825 Korntal-Münchingen, DE; Magel,  
Hans-Christian, Dr., 72793 Pfullingen, DE;  
Otterbach, Wolfgang, Dr., 70439 Stuttgart, DE

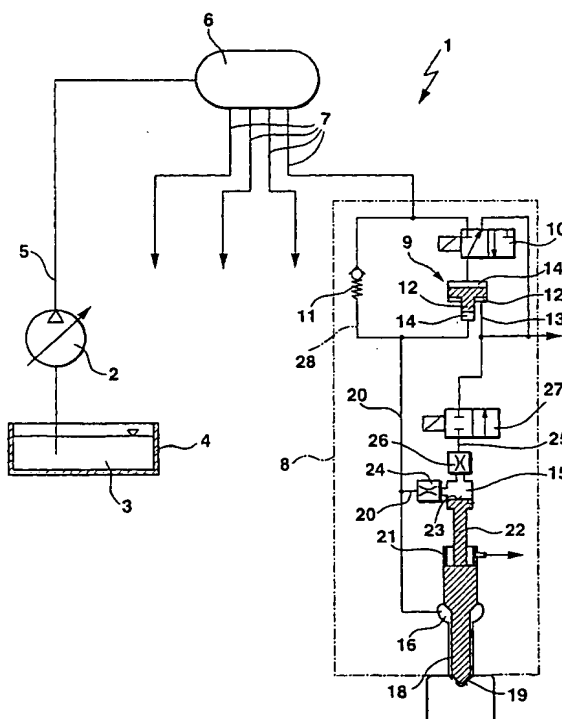
56 Entgegenhaltungen:  
DE-AS 10 93 619  
DE 196 19 523 A1  
DE 41 18 237 A1  
DE 40 15 557 A1  
DE 36 34 962 A1  
US 55 22 545  
US 51 43 291  
EP 06 91 471 A1  
JP 08-277762 A (als engl. Abstr.);

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Kraftstoffeinspritzeinrichtung

57 Eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung (1) weist eine zwischen einem Druckspeicherraum (6) und einem Düsenraum (16) angeordnete Druckübersetzungseinheit (9) auf, deren Druckkammer (14) über eine Druckleitung (20) mit dem Düsenraum (16) verbunden ist. Weiterhin ist eine an den Druckspeicherraum (6) angeschlossene Bypass-Leitung (28) vorgesehen. Die Bypass-Leitung (28) ist direkt mit der Druckleitung verbunden. Die Bypass-Leitung (28) ist für eine Druckeinspritzung verwendbar und ist parallel zur Druckkammer (14) angeordnet, so daß die Bypass-Leitung (28) unabhängig von der Bewegung und Stellung eines verschieblichen Druckmittels (12) der Druckübersetzungseinheit (9) durchgängig ist. Die Flexibilität der Einspritzung wird erhöht.



## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Zum besseren Verständnis der Beschreibung und der Patentansprüche werden nachfolgend einige Begriffe erläutert: Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß der Erfindung kann sowohl hubgesteuert als auch druckgesteuert ausgebildet sein. Im Rahmen der Erfindung wird unter einer hubgesteuerten Kraftstoffeinspritzeinrichtung verstanden, daß das Öffnen und Schließen der Einspritzöffnung mit Hilfe eines verschieblichen Ventilieds aufgrund des hydraulischen Zusammenwirkens der Kraftstoffdrücke in einem Düsenraum und in einem Steuerraum erfolgt. Eine Druckabsenkung innerhalb des Steuerraums bewirkt einen Hub des Ventilieds. Alternativ kann das Auslenken des Ventilieds durch ein Stellglied (Aktor, Aktuator) erfolgen. Bei einer druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß der Erfindung wird durch den im Düsenraum eines Injektors herrschenden Kraftstoffdruck das Ventilieds gegen die Wirkung einer Schließkraft (Feder) bewegt, so daß die Einspritzöffnung für eine Einspritzung des Kraftstoffs aus dem Düsenraum in den Zylinder freigegeben wird. Der Druck, mit dem Kraftstoff aus dem Düsenraum in einen Zylinder einer Brennkraftmaschine austritt, wird als Einspritzdruck bezeichnet, während unter einem Systemdruck der Druck verstanden wird, unter dem Kraftstoff innerhalb der Kraftstoffeinspritzeinrichtung zur Verfügung steht bzw. bevorratet ist. Kraftstoffzumessung bedeutet, eine definierte Kraftstoffmenge zur Einspritzung bereitzustellen. Unter Leakage ist eine Menge an Kraftstoff zu verstehen, die beim Betrieb der Kraftstoffeinspritzeinrichtung entsteht (z. B. eine Führungsleakage), nicht zur Einspritzung verwendet und zum Kraftstofftank zurückgeführt wird. Das Druckniveau dieser Leakage kann einen Standdruck aufweisen, wobei der Kraftstoff anschließend auf das Druckniveau des Kraftstofftanks entspannt wird.

Eine hubgesteuerte Einspritzung ist beispielsweise durch die DE 196 19 523 A1 bekanntgeworden. Der erreichbare Einspritzdruck ist hier durch den Druckspeicherraum (rail) und die Hochdruckpumpe auf ca. 1600 bis 1800 bar begrenzt.

Zur Erhöhung des Einspritzdruckes ist eine Druckübersetzungseinheit möglich, wie sie beispielsweise aus der US 5,143,291 oder der US 5,522,545 bekannt ist. Der Nachteil dieser druckübersetzten Systeme liegt in einer mangelnden Flexibilität der Einspritzung und einer schlechten Mengentoleranz bei der Zumessung kleiner Kraftstoffmengen.

Bei einer in der JP 0827762 A beschriebenen Kraftstoffeinspritzeinrichtung sind zur Erhöhung der Flexibilität der Einspritzung und der Zumeßgenauigkeit der Voreinspritzung zwei Druckspeicherräume mit unterschiedlichen Drücken vorgesehen. Diese beiden Druckspeicherräume erfordern einen hohen Fertigungsaufwand und hohe Herstellungskosten, wobei der maximale Einspritzdruck weiterhin durch die Kraftstoffpumpe und den Druckspeicherraum begrenzt ist.

Eine im Injektor angeordnete Druckübersetzungseinheit ist aus der EP 0 691 471 A1 bekannt. Eine Bypass-Leitung für eine Druckeinspritzung und eine Druckkammer der Druckübersetzungseinheit liegen in Reihe, so daß die Bypass-Leitung nur durchgängig ist, solange ein verschieblicher Kolben der Druckübersetzungseinheit nicht bewegt wird und vollständig zurückgezogen ist.

Zur Erhöhung der Flexibilität und des maximalen Einspritzdruckes wird eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Patentanspruch 1 vorgeschlagen. Jedem Injektor eines Common Rail Systems wird eine hydraulische Druckübersetzungseinheit zugeordnet, die sowohl eine Erhöhung des maximalen Einspritzdruckes auf hohe Drücke, wie z. B. größer 1800 bar, als auch die Bereitstellung eines zweiten Einspritzdruckes ermöglicht. Die Bypass-Leitung führt am Ende der Druckkammer der Druckübersetzungseinheit in die Zuleitung zum Düsenraum oder in die Zuleitung von der Druckübersetzungseinheit zum Düsenraum. Eine Einspritzung von Kraftstoff geringeren Druckes kann unabhängig von der Stellung des Druckmittels der Druckübersetzungseinheit erfolgen. Durch die Druckübersetzungseinheit sind der Druckspeicherraum und der Injektor mit einem geringeren Standdruck (Raildruck) beaufschlagt und besitzen somit eine größere Lebensdauer. Ebenso ist die Hochdruckpumpe weniger beansprucht. Es besteht die Möglichkeit einer dosierbaren Voreinspritzung mit geringen Toleranzen durch geringen (nichtübersetzten) Einspritzdruck. Durch ein Umschalten zwischen den Einspritzdrücken läßt sich eine flexible Nacheinspritzung oder mehrere Nacheinspritzungen bei hohem bzw. geringem Einspritzdruck realisieren.

## Zeichnung

Sieben Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzeinrichtung sind in der schematischen Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1, 2, 5 und 6 hubgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtungen;

Fig. 3, 4 und 7 druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtungen;

Fig. 8 und 9 Beispiele möglicher schematischer Kraftstoffeinspritzdruckverläufe.

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Bei dem in der Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel einer hubgesteuerten Kraftstoffeinspritzeinrichtung 1 fördert eine mengengeregelte Kraftstoffpumpe 2 Kraftstoff 3 aus einem Vorratstank 4 über eine Förderleitung 5 in einen zentralen Druckspeicherraum 6 (Common-Rail), von dem mehrere, der Anzahl einzelner Zylinder entsprechende Druckleitungen 7 zu den einzelnen, in den Brennraum der zu versorgenden Brennkraftmaschine ragenden Injektoren 8 (Einspritzvorrichtung) abführen. In der Fig. 1 ist lediglich einer der Injektoren 8 eingezeichnet. Mit Hilfe der Kraftstoffpumpe 2 wird ein erster Systemdruck erzeugt und im Druckspeicherraum 6 gelagert. Dieser erste Systemdruck wird zur Voreinspritzung und bei Bedarf und Nacheinspritzung (HC-Anreicherung zur Abgasnachbehandlung oder Rußreduktion) sowie zur Darstellung eines Einspritzverlaufs mit Plateau (Bootinjektion) verwendet. Zur Einspritzung von Kraftstoff mit einem zweiten höheren Systemdruck ist jedem Injektor 8 jeweils eine lokale Druckübersetzungseinheit 9 zugeordnet, die sich innerhalb eines Injektors 8 befindet. Die Druckübersetzungseinheit 9 umfaßt eine Ventileinheit zur Druckübersetzungsansteuerung (3/2-Wege-Ventil) 10, ein Rückschlagventil 11 und ein Druckmittel 12 in Gestalt eines verschieblichen Kolbenelements. Das Druckmittel 12 kann einenenends mit Hilfe der Ventileinheit 10 an die Druckleitung 7 angeschlossen werden, so daß das Druckmittel 12 einenenends druckbeaufschlagt werden kann. Ein Differenzraum 12' ist mittels einer Leakageleitung

13 druckentlastet, so daß das Druckmittel 12 zur Verringerung des Volumens einer Druckkammer 14 verschoben werden kann. Das Druckmittel 12 wird in Kompressionsrichtung bewegt, so daß der in der Druckkammer 14 befindliche Kraftstoff verdichtet und einem Steuerraum 15 und einem Düsenraum 16 zugeführt wird. Das Rückschlagventil 11 verhindert den Rückfluß von komprimierten Kraftstoffs in den Druckspeicherraum 6. Mittels eines geeigneten Flächenverhältnisses in einer Primärkammer 14' und der Druckkammer 14 kann ein zweiter höherer Druck erzeugt werden. Wird die Primärkammer 14' mit Hilfe der Ventileinheit 10 an die Leckageleitung 13 angeschlossen, so erfolgt die Rückstellung des Druckmittels 12 und die Wiederbefüllung der Druckkammer 14. Aufgrund der Druckverhältnisse in der Druckkammer 14 und der Primärkammer 14' öffnet das Rückschlagventil 11, so daß die Druckkammer 14 unter Raildruck (Druck des Druckspeicherraums 6) steht und das Druckmittel 12 hydraulisch in seine Ausgangsstellung zurückgefahren wird. Zur Verbesserung des Rückstellverhaltens können eine oder mehrere Federn in den Räumen 12, 14 und 14' angeordnet sein. Mittels der Druckübersetzung kann somit ein zweiter Systemdruck erzeugt werden.

Die Einspritzung erfolgt über eine Kraftstoff-Zumessung mit Hilfe eines in einer Führungsbohrung axial verschiebbaren kolbenförmigen Ventilglieds 18 mit einer konischen Ventildichtfläche 19 an seinem einen Ende, mit der es mit einer Ventilsitzfläche am Injektorgehäuse der Injektoreinheit 8 zusammenwirkt. An der Ventilsitzfläche des Injektorgehäuses sind Einspritzöffnungen vorgesehen. Innerhalb des Düsenraums 16 ist eine in Öffnungsrichtung des Ventilglieds 18 weisende Druckfläche dem dort herrschenden Druck ausgesetzt, der über eine Druckleitung 20 dem Düsenraum 16 zugeführt wird. Koaxial zu einer Ventildichtung 21 greift ferner an dem Ventilglied 18 ein Druckstück 22 an, das mit seiner Ventildichtfläche 19 abgewandten Stirnseite 23 den Steuerraum 15 begrenzt. Der Steuerraum 15 hat vom Kraftstoffdruckanschluß her einen Zulauf mit einer ersten Drossel 24 und einen Ablauf zu einer Druckentlastungsleitung 25 mit einer zweiten Drossel 26, die durch ein 2/2-Wege-Ventil 27 gesteuert wird.

Der Düsenraum 16 setzt sich über einen Ringspalt zwischen dem Ventilglied 18 und der Führungsbohrung bis an die Ventilsitzfläche des Injektorgehäuses fort. Über den Druck im Steuerraum 15 wird das Druckstück 22 in Schließrichtung druckbeaufschlagt.

Unter dem ersten oder zweiten Systemdruck stehender Kraftstoff füllt ständig den Düsenraum 16 und den Steuerraum 15. Bei Betätigung (Öffnen) des 2/2-Wege-Ventils 27 kann der Druck im Steuerraum 15 abgebaut werden, so daß in der Folge die in Öffnungsrichtung auf das Ventilglied 18 wirkende Druckkraft im Düsenraum 16 den in Schließrichtung auf das Ventilglied 18 wirkende Druckkraft übersteigt. Die Ventildichtfläche 19 hebt von der Ventilsitzfläche ab und Kraftstoff wird eingespritzt. Dabei läßt sich der Druckentlastungsvorgang des Steuerraums 15 und somit die Hubsteuerung des Ventilglieds 18 über die Dimensionierung der Drossel 24 und der Drossel 26 beeinflussen.

Das Ende der Einspritzung wird durch erneutes Betätigen (Schließen) des 2/2-Wege-Ventils 27 eingeleitet, das den Steuerraum 15 wieder von der Leckageleitung 13 abkoppelt, so daß sich im Steuerraum 15 wieder ein Druck aufbaut, der das Druckstück 22 in Schließrichtung bewegen kann.

Die Ventileinheiten werden von Elektromagneten zum Öffnen oder Schließen bzw. Umschalten betätigt. Die Elektromagnete werden von einem Steuergerät angesteuert, das verschiedene Betriebsparameter (Motordrehzahl, ...) der zu versorgenden Brennkraftmaschine überwachen und verarbeiten kann.

An Stelle der magnet gesteuerten Ventileinheiten können auch Piezostellelemente (Aktuator, Aktor) verwendet werden, die einen notwendigen Temperatenausgleich und evtl. eine erforderliche Kraft- bzw. Wegübersetzung besitzen.

Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung 1 weist die zwischen dem Druckspeicherraum 6 und dem Düsenraum 16 angeordnete Druckübersetzungseinheit 9 auf, deren Druckkammer 14 über die Druckleitung 20 mit dem Düsenraum 16 verbunden ist. Weiterhin ist die an den Druckspeicherraum 6 angeschlossene Bypass-Leitung 28 vorgesehen. Die Bypass-Leitung 28 ist direkt mit der Druckleitung 20 verbunden. Die Bypass-Leitung 28 ist für eine Einspritzung mit Raildruck verwendbar und ist parallel zur Druckkammer 14 angeordnet, so daß die Bypass-Leitung 28 unabhängig von der Bewegung und Stellung des verschieblichen Druckmittels 12 der Druckübersetzungseinheit 9 durchgängig ist. Die Flexibilität der Einspritzung wird erhöht.

Nachfolgend werden in der Beschreibung zu den Fig. 2 bis 9 lediglich Unterschiede zur Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Fig. 1 behandelt. Identische Bauteile werden nicht näher erläutert.

Aus der Fig. 2 ist ersichtlich, daß die Druckübersetzungseinheit 9 bei einer Abänderung der Kraftstoffeinspritzeinrichtung 1 außerhalb des Injektors 8 angeordnet ist. Dies kann eine beliebige Stelle zwischen Druckspeicherraum 6 und Injektor 8 sein. Die Baugröße des Injektors 8 verringert sich. Dabei ist eine Integration der Druckübersetzungseinheit 9 mit zugehöriger Ventilanordnung und des Druckspeicherraums 6 in einem Bauteil möglich. Die Ventilanordnung kann auch außerhalb der Druckübersetzungseinheit 9 angeordnet sein.

Eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung 50 nach Fig. 3 besitzt einen Druckspeicherraum 51 für Kraftstoff mit einem ersten Systemdruck. Ein höherer Systemdruck wird durch eine Druckübersetzungseinheit 52 ermöglicht, die mit Hilfe einer Ventileinheit 59 zugeschaltet werden kann. Die druckgesteuerte Kraftstoffzumessung erfolgt über eine Ventileinheit 55, z. B. ein 3/2-Wege-Ventil. Ein Ventilglied 56 kann gegen die Kraft einer Ventildichtung 57 bewegt werden, wenn der an Druckflächen 58 anliegende Druck die Federkraft der Ventildichtung 57 übersteigt. Die 3/2-Wege-Ventile 55 und 59 befinden sich innerhalb eines Injektors 60.

Fig. 4 zeigt ein zu Fig. 3 ähnliche Kraftstoffeinspritzeinrichtung 61, deren Ventileinheiten zur Kraftstoffzumessung 62 (3/2-Wege-Ventil) und zur Druckübersetzungsansteuerung 63 (3/2-Wege-Ventil) außerhalb des Injektors 64 angeordnet sind. Bei der Kraftstoffeinspritzeinrichtung 61 ist es ebenso möglich, beide Ventile getrennt voneinander anzuordnen.

Eine vereinfachte und verlustoptimierte Ansteuerung einer Druckübersetzungseinheit 70 ergibt sich aus Fig. 5. Zur Steuerung der Druckübersetzungseinheit 70 wird der Druck im durch einen Übergang von einem größeren zu einem kleineren Kolbenquerschnitt ausgebildeten Differenzraum 71 verwendet. Zur Wiederbefüllung und Deaktivierung der Druckübersetzungseinheit wird dieser Differenzraum mit einem Versorgungsdruck (Raildruck) beaufschlagt. Dann herrschen an allen Druckflächen eines Kolbens 72 die gleichen Druckverhältnisse (Raildruck). Der Kolben 72 ist druckausgeglichen. Durch eine zusätzliche Feder 73 wird der Kolben 72 in seine Ausgangsstellung gedrückt. Zur Aktivierung der Druckübersetzungseinheit 70 wird dieser Differenzraum 71 druckentlastet und die Druckübersetzungseinheit erzeugt eine Druckverstärkung gemäß dem Flächenverhältnis. Durch diese Art der Steuerung kann erreicht werden, daß zur Rückstellung der Druckübersetzungseinheit 70 und zum Wiederbefüllen einer Druckkammer 74 eine große Primärkammer 70' nicht druckentlastet werden muß. Bei ei-

ner kleinen hydraulischen Übersetzung können damit die Spannungsverluste stark reduziert werden.

Zur Steuerung der Druckübersetzungseinheit 70 kann anstelle eines aufwendigen 3/2-Wege-Ventils eine Drossel 75 und ein einfaches 2/2-Wege-Ventil 76 verwendet werden. Die Drossel 75 verbindet den Differenzraum 71 mit unter Versorgungsdruck stehendem Kraftstoff aus einem Druckspeicherraum 77. Das 2/2-Wege-Ventil schließt den Differenzraum 71 an eine Leckageleitung 78 an. Die Drossel 75 sollte möglichst klein ausgelegt werden, aber dennoch so groß, daß der Kolben 72 zwischen den Einspritzzyklen in seine Ausgangslage zurückkehrt. Als Drossel kann auch eine Führungsleckage des Kolbens 72 verwendet werden. Bei geschlossenem 2/2-Wege-Ventil 76 entsteht keine Leckage in den Führungen des Kolbens 72, da der Differenzraum 71 druckbeaufschlagt ist. Die Drossel kann auch im Kolben integriert sein.

Sind die 2/2-Wege-Ventile 76 und 79 geschlossen, so steht der Injektor unter dem Druck des Druckspeicherraums 77. Die Druckübersetzungseinheit befindet sich in der Ausgangsstellung. Nun kann durch das Ventil 79 eine Einspritzung mit Raildruck erfolgen. Wird eine Einspritzung mit höherem Druck gewünscht, so wird das 2/2-Wege-Ventil 76 angesteuert (geöffnet) und damit eine Druckverstärkung erreicht.

Zur Steuerung des Drucks im Differenzraum kann auch ein 3/2-Wege-Ventil eingesetzt werden. Fig. 6 zeigt die Steuerung über ein 3/2-Wege-Ventil bei einem hubgesteuerten Einspritzsystem. Fig. 7 zeigt die Steuerung über ein 3/2-Wege-Ventil bei einem druckgesteuerten Einspritzsystem.

Für die hubgesteuerten Systeme ergibt sich ein Einspritzdruckverlauf gemäß Fig. 8 ausgehend vom Ruhezustand (Druckübersetzungseinheit deaktiviert und in Ausgangsstellung). Durch Beschalten der Ventileinheit 27 und deaktiviertem Schaltventil 10 der Druckübersetzungseinheit wird zu Beginn des Einspritzzyklusses eine Voreinspritzung mit geringem (Rail-) Druck über den Bypass eingeleitet. Durch Schließen von Ventil 27 (siehe Fig. 1) wird die Voreinspritzung beendet. Durch mehrfaches Beschalten sind auch mehrfache Voreinspritzungen möglich. Für die Haupteinspritzung kann die vor der Druckübersetzungseinheit angeordnete Ventileinheit 10 bestromt werden, so daß sich im Injektor ein dem Übersetzungsverhältnis entsprechender erhöhter Druck im Düsenraum und Steuerraum ergibt. Durch Öffnen des Ventils 27 wird nun eine Haupteinspritzung eingeleitet (strichpunktierte Linie). Die Beendigung der Haupteinspritzung erfolgt dann wiederum durch Schließen des 2/2-Wege-Ventils 27. Wird die Druckübersetzungseinheit gleichzeitig mit dem Ventil 27 aktiviert, so ergibt sich eine Einspritzung beginnend auf Raildruckniveau mit einer rampenförmig ansteigenden Flanke bis auf den übersetzten Druck (in der Fig. 8 nicht gezeigt). Wird die Zuschaltung der Druckübersetzungseinheit noch weiter verzögert, so wird zunächst mit Raildruck eingespritzt und durch Zuschalten der Druckübersetzungseinheit ergibt sich ein bootförmiger Einspritzverlauf bei Aktivieren der Druckübersetzungseinheit. Die Länge des Hochdruckanteils ist abhängig von der Aktivierungszeit der Druckübersetzungseinheit. Die Haupteinspritzung wird durch Schließen des Ventils 27 beendet. Wird die Druckübersetzungseinheit vor dem Schließen des Ventils 27 deaktiviert, so ergibt sich ein rampenförmiger Abfall des Einspritzdrucks bis auf Raildruckniveau, wie er von druckgesteuerten Systemen bekannt ist. Bei Nacheinspritzung kann zwischen einem hohen und einem geringen Einspritzdruckniveau gewählt werden. So kann in einem engen Abstand nach der Haupteinspritzung eine Nacheinspritzung mit hohem Druck zur Rußreduktion oder eine abgesetzte Nacheinspritzung bei geringem Einspritz-

druck zur Abgasnachbehandlung erfolgen.

Für die druckgesteuerten Systeme ergibt sich ein Einspritzdruckverlauf gemäß Fig. 9 ausgehend vom Ruhezustand (Druckübersetzungseinheit deaktiviert und in Ausgangsstellung). Durch Beschalten der Ventileinheit 55 und deaktiviertem Schaltventil der Druckübersetzungseinheit wird zu Beginn des Einspritzzyklusses eine Voreinspritzung mit geringem Raildruck über den Bypass eingeleitet. Durch mehrfaches Beschalten sind auch mehrfache Voreinspritzungen möglich. Es ergibt sich durch den Druckanstieg im Düsenraum ein rampenförmiger Einspritzdruckverlauf in allen Teilbereichen der Einspritzung. Für die Haupteinspritzung kann die vor der Druckübersetzungseinheit angeordnete Ventileinheit 59 gleichzeitig mit dem Ventil 55 bestromt werden, so daß sich ein rampenförmiger Verlauf des Einspritzdrucks bis zum übersetzten Maximaldruck ergibt (strichpunktierte Linie). Die Beendigung der Haupteinspritzung erfolgt dann wiederum durch Schließen des Ventils 55. Wird die Zuschaltung der Druckübersetzungseinheit verzögert, so wird zunächst mit Raildruck eingespritzt und durch Zuschalten der Druckübersetzungseinheit ergibt sich ein bootförmiger Einspritzverlauf. Die Länge des Hochdruckanteils ist abhängig von der Aktivierungszeit der Druckübersetzungseinheit. Die Haupteinspritzung wird durch Schließen des Ventils 55 beendet, wodurch der Einspritzdruck wiederum durch das Entlasten des Düsenraums auf Leckagedruckniveau rampenförmig abklingt und die Einspritzung beendet wird. Bei Nacheinspritzung kann zwischen einem hohen und einem geringen Einspritzdruckniveau gewählt werden. So kann in einem engen Abstand nach der Haupteinspritzung eine Nacheinspritzung mit hohem Druck zur Rußreduktion oder eine abgesetzte Nacheinspritzung bei geringem Einspritzdruck zur Abgasnachbehandlung erfolgen.

Zusätzlich zu den vorgenannten Bootinjektionen für beide Systeme ist es denkbar, durch eine geeignete Form des Ventillieds (Düsennadel) und der Gestalt des Düsenraums eine sog. rate-shaping-nozzle zu realisieren. Diese ermöglicht es, im Niederdruckteil der Bootinjektion bzw. bei allen Einspritzungen ein weiteres Druckplateau zu realisieren. Ebenso ist es wiederum denkbar, im Hochdruckteil der Einspritzung (bei Betrieb der Druckübersetzungseinheit) durch Entlastungsbohrungen am Kolben der Druckübersetzungseinheit eine weitere Formung des Einspritzverlaufs zu realisieren.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Kraftstoffeinspritzeinrichtung
- 2 Kraftstoffpumpe
- 3 Kraftstoff
- 4 Kraftstofftank
- 5 Förderleitung
- 6 Druckspeicherraum
- 7 Druckleitung
- 8 Injektor
- 9 Druckübersetzungseinheit
- 10 Ventileinheit
- 11 Rückschlagventil
- 12 Druckmittel
- 12' Differenzraum
- 13 Leckageleitung
- 14 Druckkammer
- 14' Primärkammer
- 15 Steuerraum
- 16 Düsenraum
- 18 Ventillied
- 19 Ventildichtfläche

20 Druckleitung	
21 Ventildfeder	
22 Druckstück	
23 Stirnseite	
24 Drossel	5
25 Druckentlastungsleitung	
26 Drossel	
27 2/2-Wege-Ventil	
28 Bypass-Leitung	
50 Kraftstoffeinspritzeinrichtung	10
51 Druckspeicherraum	
52 Druckübersetzungseinheit	
53 Rückschlagventil	
54 Bypass-Leitung	
55 3/2-Wege-Ventil	15
56 Ventilglied	
57 Ventildfeder	
58 Druckfläche	
59 Ventileinheit	
60 Injektor	20
61 Kraftstoffeinspritzeinrichtung	
62 Ventileinheit zur Kraftstoffzumessung	
63 Ventileinheit zur Druckübersetzungsansteuerung	
64 Injektor	
70 Druckübersetzungseinheit	25
70' Primärkammer	
71 Differenzraum	
72 Kolben	
73 Feder	
74 Druckkammer	30
75 Drossel	
76 2/2-Wege-Ventil	
77 Druckspeicherraum	
78 Leckageleitung	
79 2/2-Wege-Ventil	35

#### Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung (1; 50; 61) mit einer zwischen einem Druckspeicherraum (6; 31; 51; 77) 40 und einem Düsenraum (16) angeordneten Druckübersetzungseinheit (9; 32; 52; 70), deren Druckkammer (14; 37; 74) über eine Druckleitung (20) mit dem Düsenraum (16) verbunden ist, und mit einer an den Druckspeicherraum (6; 31; 51; 77) angeschlossenen 45 Bypass-Leitung (28; 54), gekennzeichnet, daß die Bypass-Leitung (28; 54) direkt mit der Druckleitung (20) verbunden ist.
2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bypass-Leitung (28; 54) 50 ein Rückschlagventil (11; 53) enthält.
3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckübersetzungseinheit (9) innerhalb des Injektors (8) angeordnet 55 ist.
4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckübersetzungseinheit (9) außerhalb des Injektors (8) angeordnet 60 ist.
5. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftstoffeinspritzeinrichtung (50; 61) Mittel zum druckgesteuerten Einspritzen von Kraftstoff umfaßt.
6. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die 65 Kraftstoffeinspritzeinrichtung (1) Mittel zum hubgesteuerten Einspritzen von Kraftstoff umfaßt.
7. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vor-

hergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung der Druckübersetzungseinheit (9) hydraulisch durch Druckbeaufschlagung eines Differenzraumes (12') erfolgt.

8. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Differenzraum (12') über ein 2/2-Wege-Ventil mit einer Leckageleitung verbindbar ist und eine Verbindung vom Differenzraum zum Druckspeicherraum besteht.

9. Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einer zwischen einem Druckspeicherraum (6) und einem Düsenraum (16) angeordneten Druckübersetzungseinheit (9), dadurch gekennzeichnet, daß die Druckübersetzungseinheit (9) und eine Ventilanordnung zur Steuerung der Druckübersetzungseinheit (9) und der Druckspeicherraum (16) in eine einzige Bauteileinheit integriert sind.

10. Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einer zwischen einem Druckspeicherraum (6) und einem Düsenraum (16) angeordneten Druckübersetzungseinheit (9), dadurch gekennzeichnet, daß die Druckübersetzungseinheit (9) und eine Ventilanordnung zur Steuerung der Druckübersetzungseinheit (9) außerhalb eines Injektors (8) an einer beliebigen Stelle zwischen dem Druckspeicherraum (6) und dem Injektor (8) angeordnet sind.

11. Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einer zwischen einem Druckspeicherraum (6) und einem Düsenraum (16) angeordneten Druckübersetzungseinheit (9), dadurch gekennzeichnet, daß eine Ventilanordnung (10; 59; 63; 76) außerhalb der Druckübersetzungseinheit (9) angeordnet ist.

---

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

---

Fig. 1

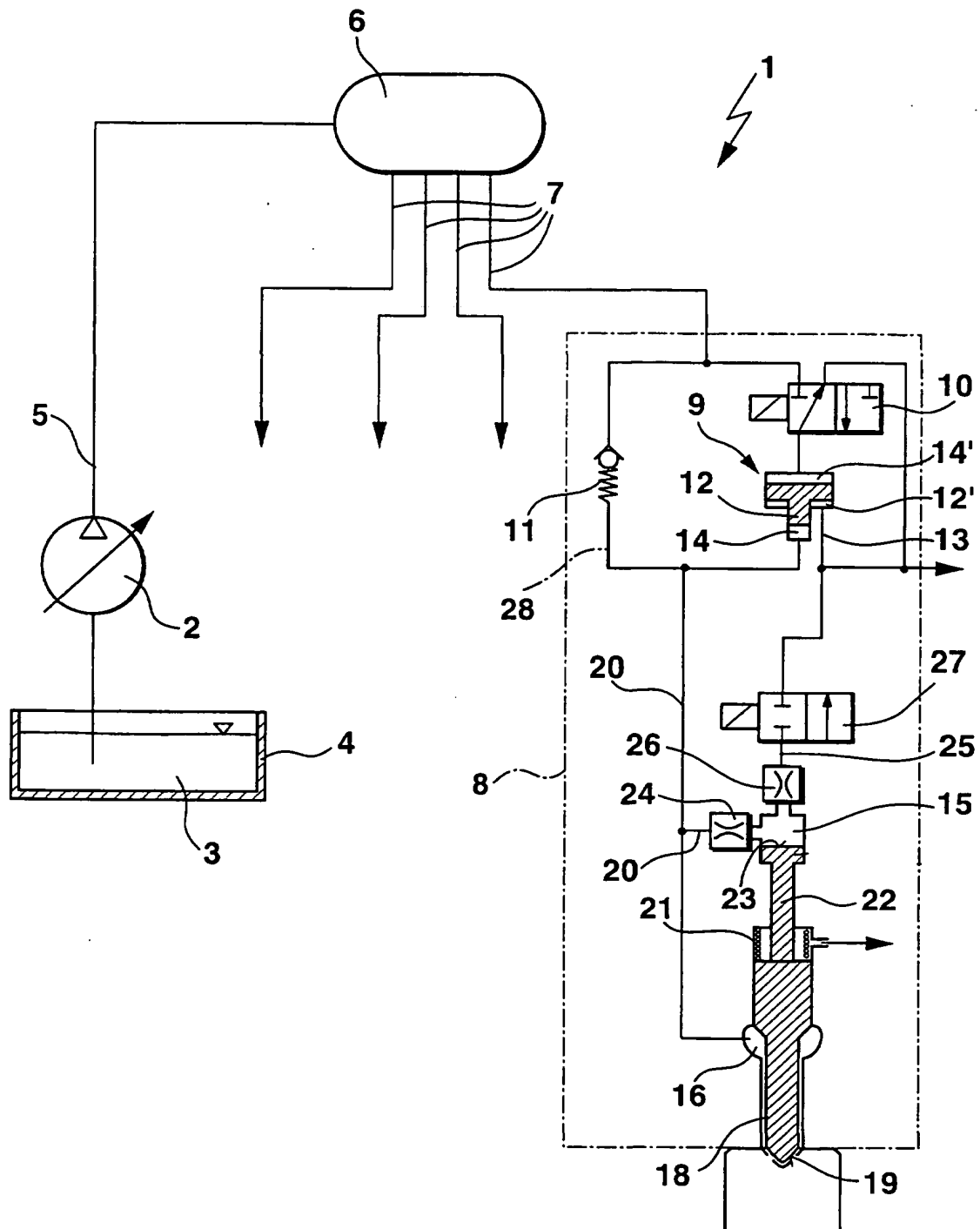
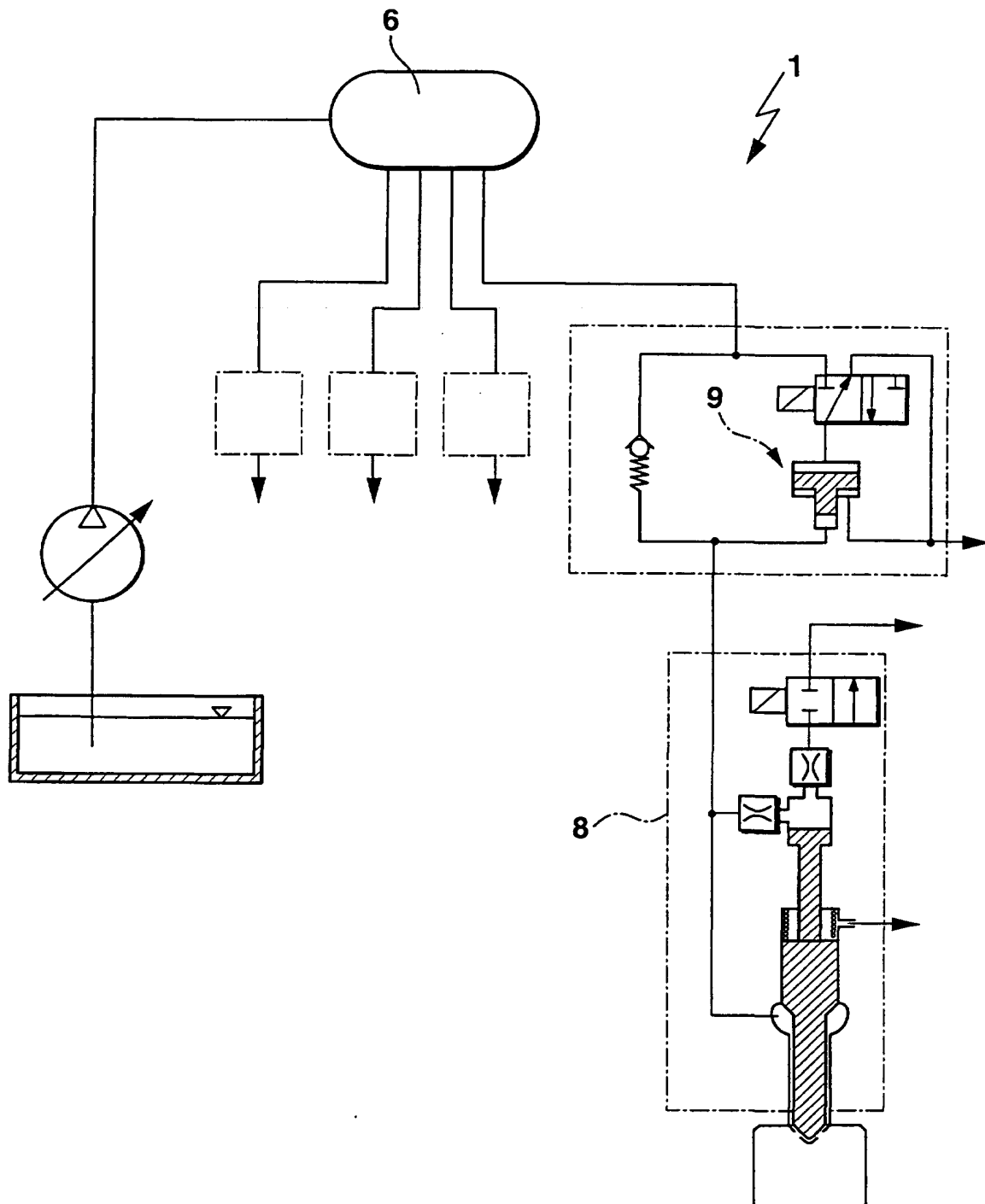
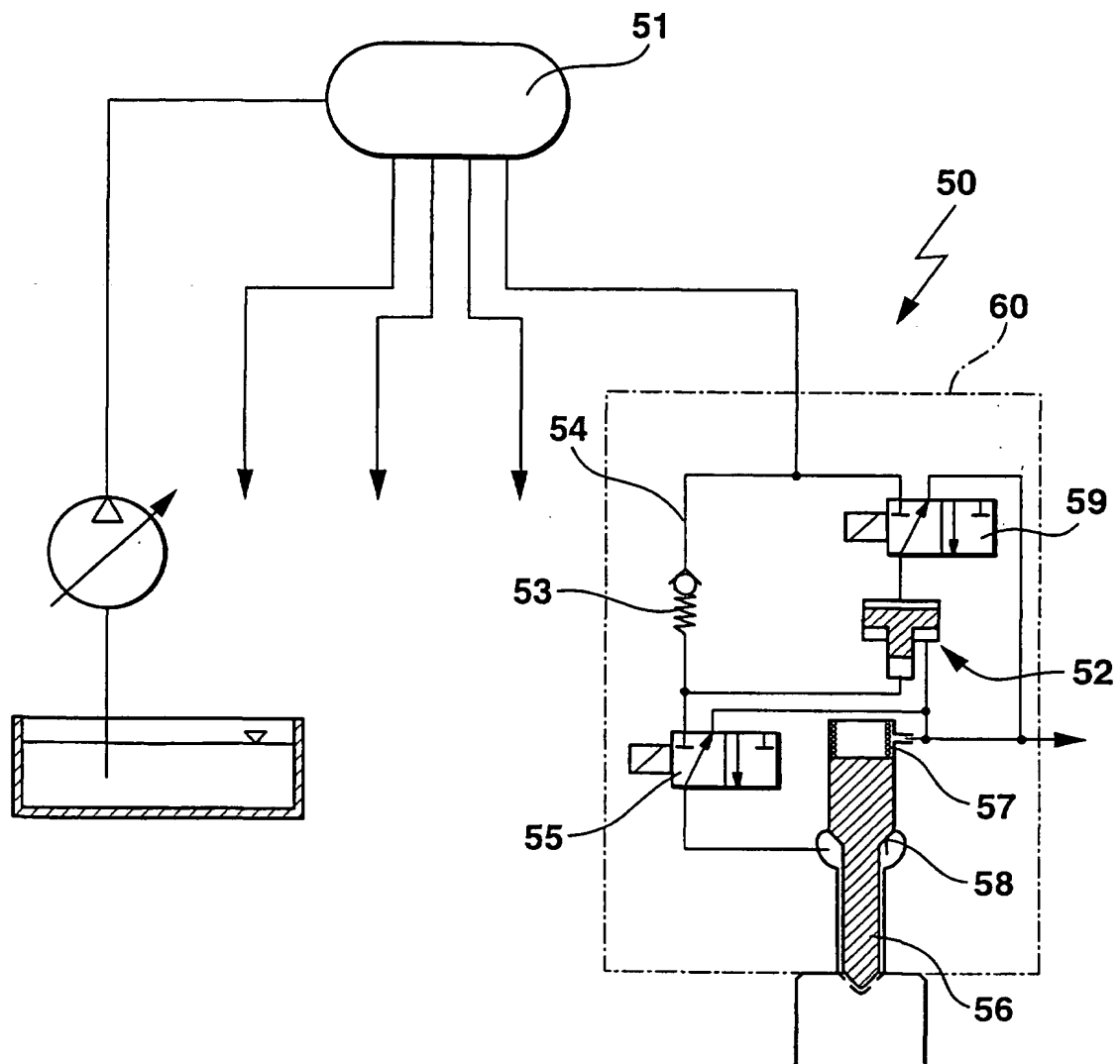


Fig. 2



**Fig. 3**





**Fig. 4**

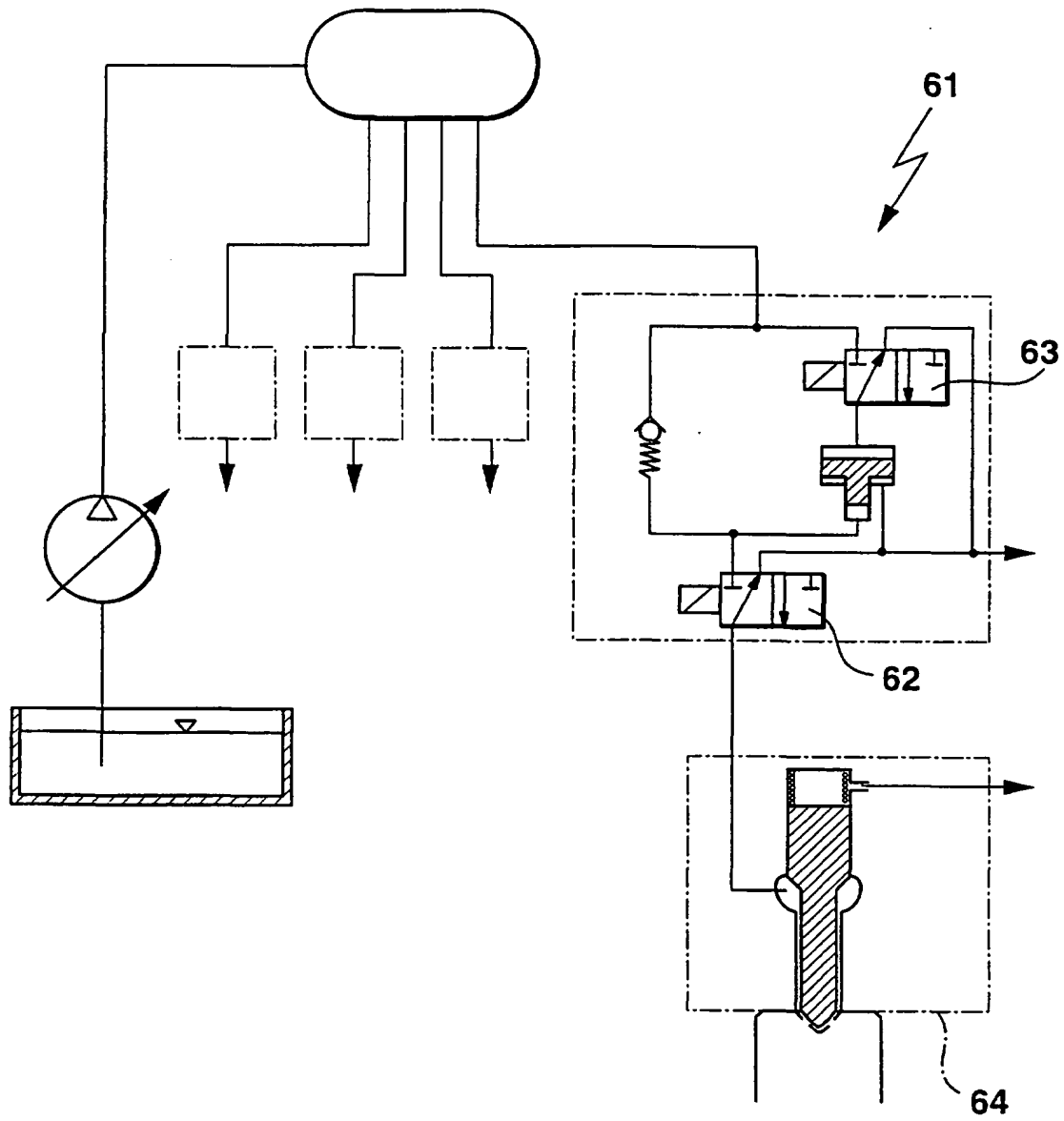
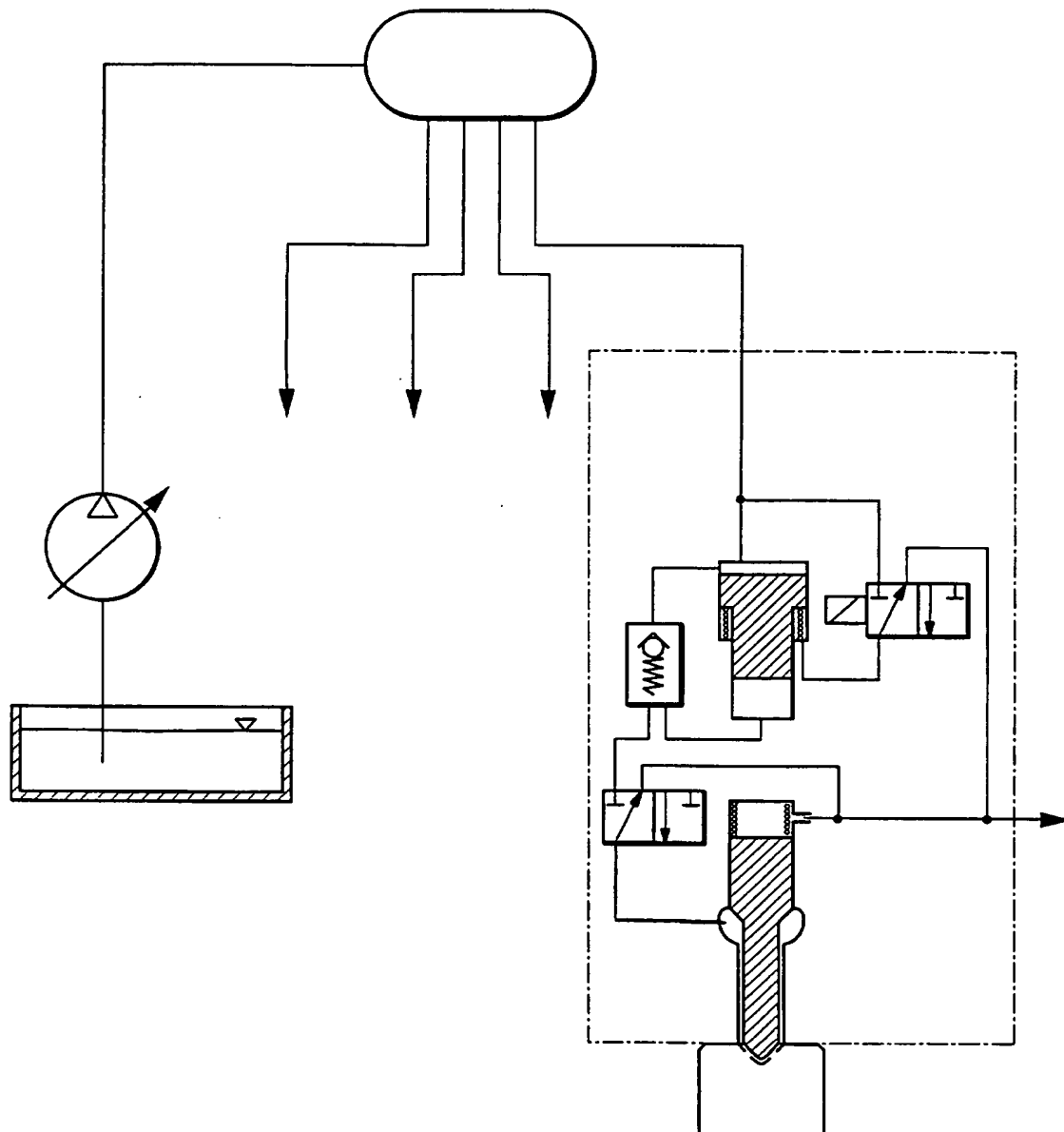


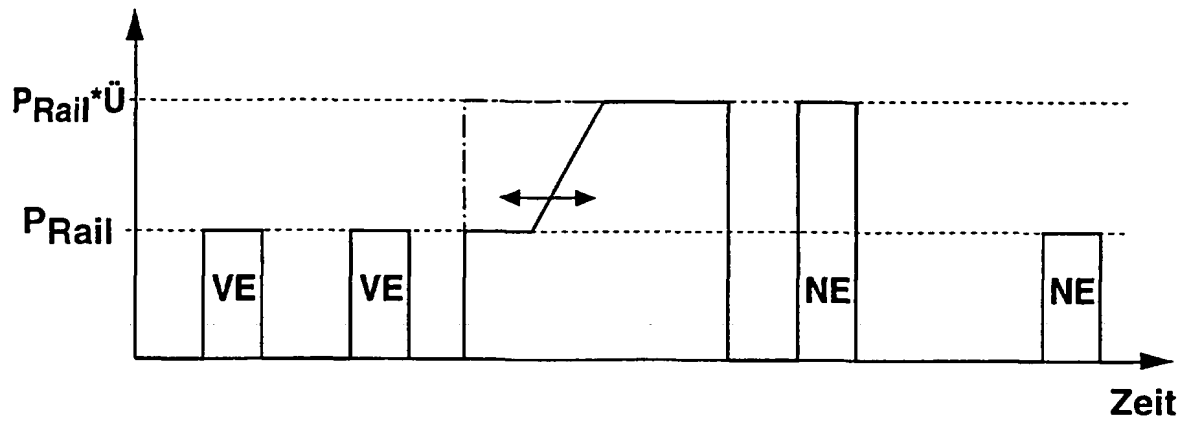




Fig. 7



**Fig. 8**



**Fig. 9**

